6.2 LINEA A1 - SPERIMENTAZIONE VITICOLA INTEGRATA ATTRAVERSO DIVERSE MODALITA' DI GESTIONE DELLA CHIOMA

Coordinamento scientifico:	IASMA - Istituto Sperimentale San Michele all'Adige
Partner scientifico:	**CNR – Ibimet - Firenze**
Partner scientifico:	DIPROVE - Università di Milano
Committente e Partner tecnico:	Società Consortile Tuscania S.r.l.

Autori del documento:

Dott. F. Vaccari
Dott. L. Genesio: **IBIMET – CNR FIRENZE**
Via Caproni n. 8
50145 – Firenze

1) Obiettivi della ricerca

Il presente documento descrive le attività che verranno svolte da IBIMET CNR nell'ambito della linea di ricerca A1 "Sperimentazione viticola integrata attraverso diverse modalità di gestione della chioma" e che si coordineranno con le attività svolte nella linea di ricerca A2.

Nel corso di questa linea di ricerca si prevede di

- analizzare la variabilità interna e tra i vigneti attraverso la caratterizzazione topoclimatica e pedologica;
- Monitorare i parametri meteorologici in modo da caratterizzare la variabilità dovuta all'annata;
- monitorare i parametri micrometeorologici di foglia e grappolo e correlarli con le analisi ecofisiologiche svolte da IASMA

2) Approccio metodologico

L'obiettivo perseguito verrà raggiunto caratterizzando e monitorando gli elementi che provocano variabilità nel vigneto, in primo luogo quelli fissi ovvero le variabili di impianto, le variabili dovute alle eterogeneità ambientali determinate da morfologia e pedologia, e successivamente le variabili legate all'annata ovvero quelle meteorologiche ed infine quelle legate alle pratiche di gestione della chioma.
In questa linea di attività viene infatti caratterizzato il primo livello di variabilità inserito nel disegno sperimentale: quello dovuto alla località. Infatti, dalla replica del disegno sperimentale in diverse località verrà identificata la variabilità dovuta alle condizioni ambientali (pedologia, clima, morfologia, impianto) e sarà quindi possibile formulare delle ipotesi circa la replicabilità ed effetto delle tecniche di gestione della chioma in diversi ambienti. A questo scopo la variabilità fissa sarà caratterizzata attraverso uno studio di classificazione territoriale relativamente ai parametri pedologici, morfologici e climatici che permetterà di evidenziare sia le disomogeneità all'interno dei singoli vigneti che le differenze tra i vigneti sperimentali.

La caratterizzazione della stagione sarà invece realizzata grazie al monitoraggio dei parametri meteorologici grazie all'installazione di una piccola rete di stazioni meteo dedicate.

La caratterizzazione dei vigneti sperimentali, sarà realizzata in modo da organizzare tutte le informazioni in piani informativi georiferiti e gestiti da un database. Si ritiene, infatti, che la corretta archiviazione dei dati sia fondamentale al fine di facilitare e velocizzare le analisi e l'incrocio dei piani informativi, soprattutto nelle fasi di post e back processing.

È importante sottolineare che l'attività di caratterizzazione è propedeutica all'installazione del disegno sperimentale. La caratterizzazione preliminare, dovrà permettere, infatti, di valutare l'eterogeneità interna alle aree sperimentali al fine di orientare la localizzazione delle repliche, evitando che la variabilità all'interno del vigneto interferisca con quella dovuta alle tesi sperimentali di gestione della chioma. A questo scopo saranno effettuate delle rilevazioni preliminari tramite il telerilevamento aereo per evidenziare eterogeneità macroscopiche all'interno dei vigneti.

Per quanto riguarda la distribuzione della sensoristica micrometeorologica del vigneto avverrà conformemente alla distribuzione delle tesi sperimentali. In particolare considerato l'elevato numero di repliche si è valutato di dare la priorità alle tesi più divergenti relativamente ai parametri:

- temperatura delle foglie
- irraggiamento e temperatura del grappolo
- velocità del vento nel filare.

In particolare le tesi oggetto di sperimentazione saranno:

- le 2 di defogliatura
- le 2 di sfemminellatura
- le 2 estreme delle 3 previste di carica di gemme
- le 2 di diradamento

Per un totale di 8 categorie di rilevazione per il vigneto sperimentale. Le misure saranno svolte in continuo compatibilmente con le proprie della sensoristica micrometeorologica caratterizzata da una fragilità intrinseca e che richiede una manutenzione che può diventare particolarmente onerosa in una condizione ambientale, quella del vigneto, particolarmente difficile a causa delle pratiche

gestionali (potature verdi, trattamenti) che possono danneggiare i sensori o interferire con le rilevazioni.

Misure in continuo: queste misure riguardano le misure di temperatura (foglie e grappolo) e saranno realizzate attraverso una rete di rilevazione così composta:

- 6 sistemi di acquisizione
- 5 sensori di temperatura del grappolo per ogni sistema di acquisizione: questa misura permetterà di caratterizzare l'andamento della temperatura nel corso delle 24 ore ed integrare le misure puntuali svolte nelle campagne ad hoc.

I dati stoccati nel sistema di acquisizione verranno scaricati in corrispondenza delle campagne di misura ad hoc. Una particolare importanza verrà assegnata alla fase di manutenzione dei sensori da parte del personale aziendale.

3) Piano Attività

Le attività che saranno portate avanti per questa linea di ricerca sono le seguenti:

a. caratterizzazione dei vigneti sperimentali:

   i. caratterizzazione climatica: il risultato atteso per questa attività è la caratterizzazione dei parametri climatici sulla base delle informazioni della serie storica. Questa attività che si baserà sul reperimento di serie storiche climatiche (almeno 30 anni) dalle reti di stazioni meteo rappresentative (ARSIA; Idrografico; Lamma/IBIMET; Aeronautica Militare) e permetterà di evidenziare le differenze pluviometriche e termometriche tra vigneti e la distribuzione stagionale di questi parametri. Saranno inoltre calcolati alcuni indici climatici come l'indice di aridità (P/ETP) e SPI (Standard Precipitation Index) ed altri indici agroclimatici ritenuti rilevanti per la vite.

Nell'ottica di rappresentare in modo efficace anche la variabilità climatica strutturale dei singoli vigneti saranno valutate le sensibilità climatiche legate alla morfologia dei vigneti. I risultati ottenuti potranno essere inoltre confrontati con dati storici qualitativi delle produzioni enologiche. I piani informativi di caratterizzazione climatica saranno integrati nel geodatabase.

ii. caratterizzazione morfologica; Il risultato atteso per questa attività è la caratterizzazione dei parametri morfologici del vigneto sulla base di un modello numerico del terreno georiferito. Saranno dunque acquisiti i parametri relativi a pendenza, quota ed esposizione dei vigneti test alla risoluzione di 1 metro. Grazie a questa attività sarà possibile evidenziare gli elementi di variabilità strutturale del vigneto dovuti alla morfologia che influenza il movimento delle acque superficiali, i fenomeni erosivi, la distribuzione delle temperature all'interno dei vigneti ed il loro irraggiamento. I dati ottenuti saranno integrati nel geodatabase.

iii. caratterizzazione pedologica; Il risultato atteso per questa attività è la caratterizzazione della variabilità dei suoli all'interno dei vigneti ed il confronto tra i vigneti test. Il fattore suolo influenza in modo rilevante lo sviluppo vegetativo. Il territorio collinare toscano presenta già di per sé una forte variabilità. A ciò si aggiunga che nella fase di impianto dei vigneti vengono spesso operati dei livellamenti anche consistenti che provocano il rimescolamento degli orizzonti del suolo. Nel corso di questa attività saranno dunque effettuati campionamenti ed analisi dei suoli, valutando caso per caso le situazioni dei singoli vigneti, in modo da garantire la rappresentatività dei campioni. I piani informativi pedologici saranno integrati nel geodatabase per l'analisi complessiva di caratterizzazione.

iv. caratterizzazione agronomica; questa attività permetterà di acquisire ed archiviare nel geodatabase le informazioni relative a varietà, sesto di impianto, orientamento dei filari, forma di allevamento e tecniche colturali dei vigneti sperimentali

v. caratterizzazione geografica, integrazione ed analisi dei piani informativi: nel corso di questa attività verrà georiferito lo schema sperimentale ed implementato in un piano informativo di riferimento funzionale a tutte le attività georiferite svolte nelle linee A.1 e A.2. Inoltre i vari piani informativi raccolti nel corso delle caratterizzazioni saranno analizzati in modo congiunto al fine di ottenere una classificazione in zone omogenee.

b. monitoraggio parametri meteorologici: il risultato atteso per questa attività è il monitoraggio dei principali parametri meteorologici nei quattro vigneti test con risoluzione ogni 15 minuti.

Per ciascun vigneto del piano sperimentale A.1. e per il vigneto sperimentale B.1.1 sarà installata una stazione agrometeorologica completa di sensori per la misura dei seguenti parametri:

- temperatura dell'aria
- umidità dell'aria
- pressione atmosferica
- radiazione solare
- pioggia
- bagnatura fogliare
- direzione ed intensità del vento

Nel caso in cui i vigneti sperimentali presentino al proprio interno una spiccata variabilità morfologica in relazione all'estensione, al fine di garantire la piena rappresentatività delle rilevazioni, saranno inoltre installate 4-6 stazioni satellite per la misura di temperatura ed umidità relativa collegate alla stazione principale. I dati puntuali così raccolti verranno elaborati al fine di definirne la distribuzione spaziale mediante i piu' appropriati algoritmi di spazializzazione quali quello

multiregressivo e quello del Kriging; mediante cross-validation verrà identificato il metodo più performante.

A partire da tale base di dati verranno elaborati i più importanti indici agrometeorologici di specifico interesse viticolo, per esempio:

- gradi giorno;
- somma temperature massime;
- somma escursioni termiche;
- indice di Winkler;
- indice di Huglin;
- data e valori relativi a eventi di gelate tardive;
- durata della stagione di crescita;
- epoca di riprese vegetativa;
- temperature massime estive.

La stazione sarà corredata di un datalogger per l'acquisizione e la trasmissione dei dati. La trasmissione dei dati avverrà giornalmente, una volta acquisiti dalla stazione di ricezione i dati saranno disponibili per i partner del progetto in tempo quasi reale attraverso il server web o ftp.

Come illustrato nella descrizione dell'approccio metodologico, la caratterizzazione dei parametri meteorologici è funzionale sia alla descrizione della variabilità inter-annuale. Le specifiche tecniche di una stazione tipo sono descritte all'allegato 1.

Questa linea di attività si svilupperà secondo le azioni seguenti:

i. identificazione della sensoristica necessaria alla rilevazione e della localizzazione delle stazioni;
ii. sviluppo del software di acquisizione dei dati e dei protocolli di trasmissione (GSM, satellitare, radio);
iii. realizzazione delle stazioni meteo complete di alimentazione tramite pannello solare;
iv. test della sensoristica: cross calibration delle varie stazioni e confronto con i sensori di riferimento, test dei sistemi di acquisizione e di trasferimento dati;
v. installazione delle stazioni nei vigneti sperimentali;

vi. elaborazione ed analisi dei dati e loro integrazione nel geodatabase;
vii. manutenzione: interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria (sostituzione di sensori in avaria) saranno effettuati per tutta la durata del progetto per garantire la continuità e l'omogeneità del dati raccolti nel corso dei quattro anni.
viii. formazione: al fine di garantire la sostenibilità del monitoraggio anche dopo la fine del progetto si provvederà alla formazione di tecnici in manutenzione delle stazioni ed elaborazione dati meteorologici.

c. sensorisitica micrometeorologica: Attività che prevede le seguenti fasi:
   i. Progettazione: definizione dettagliata della sensoristica. Definizione dei protocolli di misura, di trasferimento dei dati, e della loro tempistica. Progetto per la strutturazione dei dati raccolti in un formato georiferito ed architettura conformi alla loro integrazione con i dati.
   ii. sviluppo software: sviluppo delle procedure informatiche necessarie all'acquisizione dati ed al loro trasferimento;
   iii. sviluppo hardware: realizzazione dei gruppi di acquisizione e dei sensori in continuo
   iv. test: calibrazione dei sensori in laboratorio e test delle acquisizioni e dei protocolli di trasferimento;
   v. installazione: installazione della sensoristica in campo;
   vi. acquisizione ed archiviazione: i dati acquisiti secondo un formato georiferito saranno organizzati in un formato compatibile al geodatabase.
   vii. manutenzione: nel corso dei 4 anni del progetto saranno effettuate campagne di manutenzione e verifica della funzionalità della sensoristica.

d. geodatabase: Al fine di garantire la gestione integrata dei diversi livelli di analisi del progetto, tutti i piani informativi derivanti dalle diverse linee di attività saranno implementate in un database georiferito (geodatabase). Oggetto di questa attività sarà la omogeneizzazione e l'archiviazione organizzata di tutte le osservazioni derivanti dalle attività A1 ed A2 e consentirà inoltre di trasferire i risultati di queste osservazioni nell'ambito della linea di ricerca sulla rintracciabilità della filiera (C1). Le seguenti azioni saranno implementate:

  i. Analisi dei dati risultanti dalle diverse linee di attività
  ii. Esame della architettura della banca dati (SW e HW)
  iii. Popolamento del geodatabase
  iv. Studio e realizzazione di interfacce di consultazione ed estrazione dati

4) Cronoprogramma Attività

Si fa anche riferimento al cronoprogramma attività dell'IASMA per la linea di ricerca A1

Cronogramma Attività IBIMET CNR - Linea di Ricerca A.1.																																						
			I anno												II anno												III anno											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A.1.	Coordinamento																																					
	a. Caratterizzazione vigneti	1 Caratterizz. climatica				R1 L1																																
		2 Caratterizz. morfologica																																				
		3 Caratterizz. pedologica					R2 L2																															
		4 Caratterizz. agronomica																																				
		5 Caratterizz. geografica						R3 L3 D1																														
	b. Monitoraggio meteo	1 Progettazione stazioni																																				
		2 Sviluppo del software																																				
		3 Realizzazione stazioni meteo																																				
		4 Test				R4																																
		5 Installazione stazioni						N1 D2																														
		6 Elaborazione/analisi dati												D2		R5										D2		R5										D2
		7 Manutenzione																																				
		8 Formazione																																				
	d Sensoristica micrometeo	1 progettazione																																				
		2 sviluppo software																																				
		3 sviluppo hardware																																				
		4 test																																				
		5 installazione sensori fissi						R6																														
		6 acquisizione archiviazione												D3																								
		7 manutenzione																																				
	c. Geodatabase (GDB)	1 Analisi dei dati																																				
		2 Esame della architettura																																				
		3 Popolamento GDB																					D4															D4
		4 Sviluppo interfacce																											R7											

5) Prodotti Attesi

La tabella seguente illustra i prodotti che saranno realizzati nel corso delle attività A.1. La tempistica di consegna dei prodotti si evince dal Cronogramma della linea di ricerca A.1.

Attività	**N°**	**Descrizione**
A.1.a.1	R1	Rapporto tecnico sulla caratterizzazione climatica
A.1.a.1	L1	Piani informativi GIS di caratterizzazione climatica
A.1.a.3	R2	Rapporto tecnico di caratterizzazione pedologica
A.1.a.3	L2	Piani informativi GIS di caratterizzazione pedologica
A.1.a.5	R3	Rapporto tecnico finale di caratterizzazione dei vigneti sperimentali
A.1.a.5	L3	Piani informativi relativi alla caratterizzazione dei vigneti sperimentali
A.1.a.5	D1	Banca dati della caratterizzazione
A.1.b.	R4	Specifiche tecniche della rete di rilevazione meteo Consorzio Tuscania
A.1.b.	N1	Rete di stazioni meteo sui vigneti sperimentali
A.1.b.	D2	Database meteorologico
A.1.b.	R5	Caratterizzazione dei parametri agro-meteorologici per annata
A.1.c	R6	Rapporto tecnico sull'installazione sensori micrometeorologici
A.1.c	D3	Banca dati micrometeo
A.1.d	D 4	Geodatabase di integrazione di tutti i piani informativi georiferiti
A.1.d	R 7	Manuale tecnico Geodatabase
R = rapporti tecnici; L= piani informativi; D = banche dati; N = reti di rilevazione		

6) Descrizione Partner Scientifico e CV partecipanti

Si veda Linea di Ricerca A2

Allegato 1: Stazione meteorologica IBIMET CNR

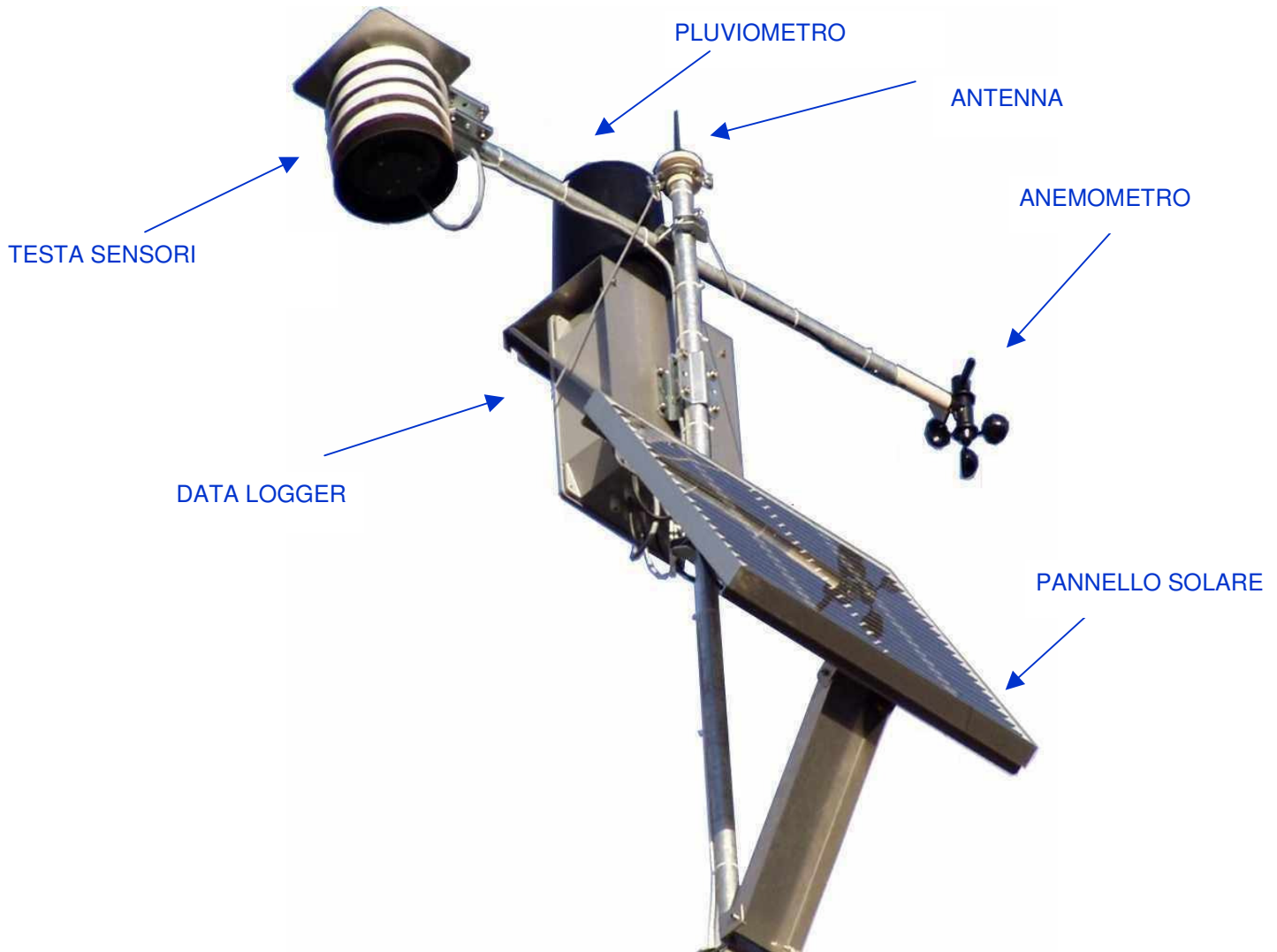
PLUVIOMETRO

ANTENNA

ANEMOMETRO

TESTA SENSORI

DATA LOGGER

PANNELLO SOLARE

Descrizione del programma "LaMMA"

Il programma operativo LaMMA acquisisce ogni minuto 6 canali (4 canali analogici e due contatori oppure 5 canali analogici e 1 contatore[1]) a cui sono collegati i sensori in uso. Al fine di eliminare ponti termici tra il sensore di temperatura e lo schermo protettivo (testa sensori), il sistema attiva una ventola di aspirazione 10 s prima di ogni acquisizione del segnale, in modo da creare un flusso d'aria dall'esterno verso l'interno (? velocità flusso v = 3 m s^{-1}). I dati sono poi convertiti nel valore dell'unità di misura della grandezza misurata da ciascun sensore e sono elaborati in base alle caratteristiche della grandezza misurata. Ogni 15 minuti è possibile ottenere i dati finali di una elaborazione e registrarli sulla memoria del Data Logger e/o inviarli al server centrale tramite il modem satellitare ORBCOMM.

Le grandezze acquisite nella versione LaMMA sono temperatura e umidità dell'aria, velocità e direzione del vento, radiazione globale e precipitazione piovosa. Le elaborazioni che vengono effettuate, sull'intervallo prescelto dall'utente (15', 30', 60'), sono :

Grandezza	Me dia	Mini mo	Mass imo	Direzio ne prevale nte	Direzio ne raffica	Cumu lato
Temperatura Aria	SI *	SI	SI	-	-	-
Umidità Aria	SI *	SI	SI	-	-	-
Velocità Vento	SI *	-	SI	-	-	-
Direzione Vento	-	-		SI *	SI	-
Radiazione Globale	SI *	-	SI	-	-	-
Pioggia	-	-	-	-	-	SI *

* Dati trasmessi via modem satellitare (in modalità Modem).

I risultati di queste elaborazioni sono registrati nella memoria del Data Logger mentre è previsto l'invio tramite modem satellitare di un solo tipo di elaborazione (*) per grandezza, visto i costi del servizio (**modalità Modem**). In questo caso i dati vengono formattati in modo di ridurre i byte trasmessi secondo un metodo messo a punto dal LaMMA. Per gli stessi motivi di costo l'utente ha anche la possibilità di trasmettere il solo dato di pioggia (parag. 5.4).

E' prevista in alternativa la possibilità che i dati siano trasmessi direttamente ad un PC, tramite un collegamento seriale, mediante la modalità Seriale o la modalità Video. In modalità **Seriale**, allo scadere degli intervalli di elaborazione impostati (15', 30', 60'), il sistema invia in chiaro, gli stessi dati trasmessi in modo codificato nella modalità Modem, secondo il formato seguente:

Data, Ora, Umidità aria media (%), Temperatura aria media (°C), Velocità Vento media (m s^{-1}), Direzione prevalente Vento (grado), Radiazione globale media (W m^{-2}), Pioggia (count)

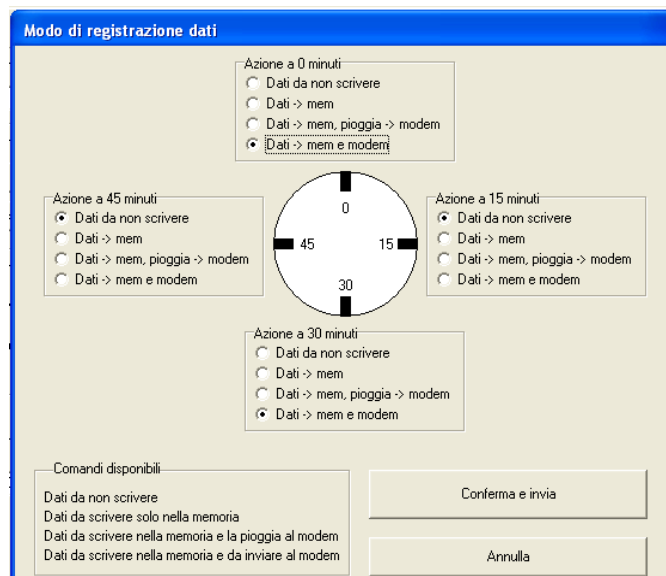
In **modalità Video**, i dati istantanei vengono acquisiti ogni minuto e inviati direttamente sulla porta seriale, mentre, al termine di ogni periodo di elaborazione scelto, i dati sono registrati sulla memoria. In questo caso i dati sono inviati sulla porta seriale secondo il formato seguente :

[1] La configurazione dei canali dipende dal tipo di anemometro collegato: uscita in frequenza (Hz/m s^{-1}) o uscita in tensione (mV/ms^{-1}).

Data, Ora, Temperatura aria (°C), Umidità aria (%), Radiazione globale (W m^{-2}), Pressione atm.(mbar), Velocità Vento (m s^{-1}), Direzione Vento (grado), Pioggia (count)

Oltre a queste è prevista **una modalità Test,** riservata ai tecnici per verifiche e manutenzione del sistema: i dati sono acquisiti ogni 5 s e inviati direttamente sulla porta seriale, mentre l'elaborazione e la memorizzazione dei dati viene sospesa. I dati sono inviati secondo il seguente formato:

Data, Ora, Temperatura aria (°C), Umidità aria (%), Radiazione solare (W m^{-2}), Pressione atm. (mbar), Velocità Vento (m s^{-1}), Direzione Vento (grado), Pioggia (count), Chn ausiliare IN4 (mV)

Dato che i segnali vengono acquisiti dalla scheda Meteo ogni 5 s, la ventola di aspirazione della testa sensori funziona in continuo, con un incremento non trascurabile dei consumi (I_{ass} = 60 mA). Inoltre in questa modalità il chn IN4 può essere utilizzato come un ingresso ausiliare, con la seguente configurazione di default

Chn IN4: Range 0 ÷ 5000 mV Fattore di conversione k = 1 mV/mV Offset = 0 mV

1.1 Modalità di registrazione dei dati

Il programma permette di definire ogni quarto d'ora se memorizzare e/o trasmettere il dato elaborato; infatti l'utente mediante il bottone [*Modo di registrazione dati*] presente nella sezione **"Impostazione parametri"** può scegliere tra quattro possibilità (Fig. 1):

- Dati da non scrivere
- Dati in memoria
- Dati in memoria e soltanto il dato di Pioggia trasmesso via modem
- Dati sia in memoria sia trasmessi via modem

Il programma provvede a controllare la scelta effettuata ogni volta che i minuti dell'orologio di sistema giungono a 00, 15, 30, 45. Ad ogni scadenza del periodo di elaborazione i dati vengono quindi salvati nella memoria del Data Logger e/o trasmessi tramite modem satellitare al Centro Gestione Dati (CGD) o cavo seriale, nel caso di un collegamento diretto ad un PC.

Fig. 1 - Esempio di schermata relativa al bottone [Modo di registrazione dati].

1.2 Formato dei dati in memoria e capacità memoria del Data Logger

I dati in memoria del Data Logger possono essere recuperati mediante un PC collegato tramite seriale alla scheda Meteo; il bottone [*Dump Memoria*] presente nella sezione **"Impostazione parametri"** permette il trasferimento dei dati con un Baude rate di 9600 bit per secondo.

In risposta al comando dato tramite il bottone [*Dump Memoria*], il programma invia una serie di record, ognuno contenente i dati di una elaborazione terminata con <CR>, nel seguente formato :

Elemento	**Lunghezza (caratteri ASCII)**	**Formato dato**	**Memoria Data Logger (byte)**
Data	8	gg/mm/aa	3
Ora	8	hh:mm:ss	3
Temperatura media aria	5	F5.1	4
Temperatura max aria	5	F5.1	4
Temperatura minima aria	5	F5.1	4
Umidità media aria	5	F5.1	4
Umidità max aria	5	F5.1	4
Umidità minima aria	5	F5.1	4
Radiazione media	6	F6.1	4
Radiazione max	6	F6.1	4
Velocità vento media	5	F5.1	4
Velocità vento max	5	F5.1	4
Direzione prevalente	3	3I	2
Direzione raffica	3	3I	2
Precipitazione cumulata	5	F5.1	4
Tensione di batteria	5	F5.1	4
Totale	**84**		**58**

Allo scadere degli intervalli di elaborazione prescelti, oltre ai dati dei sensori, il sistema memorizza anche il livello di tensione della batteria, per evidenziare eventuali stati di sofferenza che possono influenzare la validità dei dati acquisiti.

Ogni record ha quindi una lunghezza di 84 caratteri ASCII ed occupa 58 byte nella memoria del Data Logger. Tutti i campi sono separati da uno spazio, ciascun elemento di Data e Ora è rappresentato con due cifre, mentre i dati dei sensori vengono salvati in formato decimale (F5.1) o intero (3I): l'indicazione F5.1 indica un valore reale con una cifra decimale, mentre 3I indica un valore intero di tre cifre max.

Capacità memoria del Data Logger - La memoria del Data Logger è di 512 KByte e consente di registrare fino ad un massimo di circa 9000 record di dati: i dati in formato reale vengono memorizzati in 4 byte (double) mentre i dati in formato intero vengono memorizzati in 2 byte. A seconda dell'intervallo ΔT di memorizzazione dei dati prescelto, la capacità di memoria del Data Logger va da un minimo di 3 mesi ad un massimo di circa 1 anno.

ΔT memorizzazione = 60' → 376 giorni

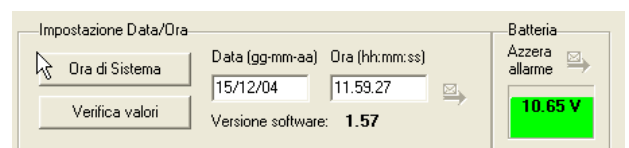
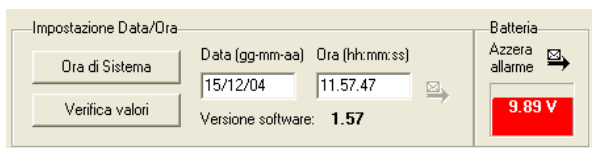
ΔT memorizzazione = 30' → 188 giorni

ΔT memorizzazione = 15' → 94 giorni

1.3 Gestione allarmi

Al fine di una gestione ottimale della manutenzione sono previsti alcuni messaggi che la stazione può inviare al Centro Gestione Dati, se è abilitata la modalità Modem o la modalità Seriale.

Tensione batteria - Quando la tensione di batteria scende al di sotto di 10.5 V il programma attiva un flag di allarme e se è abilitata la modalità Modem o la modalità Seriale, viene trasmessa una stringa di allarme al Centro Gestione Dati. L'allarme viene anche visualizzato nella finestra della sezione "Batteria" del programma di Set-Up "Centralina" e rimane attivo finché non viene effettuato un reset dall'operatore.

Questo permette all'utente di verificare se vi sono stati problemi con la batteria nel periodo intercorso tra due controlli di manutenzione, nel caso non fosse abilitata una modalità che consente la trasmissione dei messaggi.

stringa di allarme trasmessa: **"tens.bat.xx.x V"**

dove xx. x V rappresenta il valore della tensione di batteria al momento della trasmissione (es. 9.9 V)

```
-- Monitor --
15/12/04 10:45:00 45.1 21.1 0.0 0 0.0 0.0
15/12/04 11:00:00 44.3 21.0 0.0 0 0.0 0.0
__tens. batt. 9.9V_15/12/04 11:15:00 44.5 21.0 0.0 0 0.0 0.0
15/12/04 11:30:00 44.5 21.1 0.0 0 0.0 0.0
```

Finché la tensione di batteria è ≥ 9 V, la tensione di alimentazione dei sensori è ≥ 7 V, per cui i dati acquisiti dalla scheda Meteo possono essere ritenuti validi.

Capacità memoria - Quando la memoria del Data Logger risulta occupata per più del 90%, viene trasmessa ogni giorno una stringa di allarme, se è abilitata la modalità Modem o la modalità Seriale.

stringa di allarme trasmessa: **"mem.staz.xx.x %"**

dove **xx. x** % rappresenta il valore di occupazione della memoria al momento della trasmissione (es: 92.1%)

2. Formato dei dati nella trasmissione satellitare “LAMMA”

I dati inviati dalla scheda Meteo tramite il modem satellitare vengono formattati, al fine di ridurre la quantità di dati trasmessi, mediante il metodo messo a punto dal LaMMA. Questo utilizza i codici ASCII da 14d a 126d per la codifica dei dati; si e' iniziato dal codice ASCII successivo a CR (13d) per non avere problemi di ritorni a capo nella stringa di trasmissione.

Il software residente sulla scheda invia al modem satellitare una stringa che inizia con il codice ASCII 02d (*start of text*) e che termina con il codice ASCII 03d (*end of text*). Questi due caratteri non si trovano mai nel messaggio inviato perché sono caratteri utilizzati dal modem satellitare per individuare l'inizio e la fine della stringa da inviare al satellite.

Il record di dati trasmesso via modem satellitare presenta il seguente formato:

g n <umidità> <temperatura> <vel.vento> <dir.vento> <radiazione> <pioggia>

dove g = numero progressivo del giorno nel trimestre (1...92); carattere ASCII: numero giorno + 14d

n = numero progressivo di quarti d'ora a partire dalla mezzanotte (1...96); carattere ASCII: quarto d'ora giorno + 14d

umidità aria = 0 ÷100 %
1 carattere: valore + 14d (14d...114d)

temperatura aria = -100.0 ÷ +899.9 °C
2 caratteri: il primo carattere si riferisce alle centinaia e decine; il secondo alle unità e alla prima cifra decimale

es: 10.5°C
t = 10.5 °C + 100 = 110.5
t1 = int(110.5 / 10) = 11
primo carattere = t1 + 14 = chr(25)
secondo carattere = int((110.5 - (t1 * 10))*10) + 14 = chr(19)

velocità vento = 0.0 ÷ 999.9 m/s
2 caratteri: il primo carattere si riferisce alle centinaia e decine, il secondo alle unità e alla prima cifra decimale

es: v1 = 10.5 m/s
v1 = int(10.5 / 10) = 1
primo carattere = v1 + 14 = chr(15)
secondo carattere = int((10.5 - (v1 * 10))*10) + 14 = chr(19)

direzione vento = 0 ÷ 360 gradi
2 caratteri: il primo carattere si riferisce alle migliaia e centinaia, il secondo alle decine e alle unita'

es: 50 gradi
d1 = int(50 / 100) = 0
primo carattere = d1 + 14 = chr(14)

secondo carattere = int(50 - (d1 * 100)) + 14 = chr(64)

radiazione solare = 0 ÷ 999.9 W m^{-2}

2 caratteri: il primo carattere si riferisce alle centinaia e decine, il secondo alle unità e alla prima cifra decimale

es: 768 W m-2
r1 = int(768 / 10) = 76
primo carattere = r1 + 14 = chr(80)
secondo carattere = int((768 - (r1 * 10))*10) + 14 = chr(94)

pioggia = 0 ÷ xx scatti (count) del pluviometro.

Si tratta dell'ultimo parametro della stringa inviata via modem, per cui non ha un numero fisso di caratteri. La misura non e' in millimetri ma in numero di scatti del pluviometro (ogni scatto corrisponde a 0.2 mm). In un carattere si possono indicare i valori degli scatti tra 0 e 112 (14d - 126d); quando la pioggia supera i 112 scatti si utilizza uno o più caratteri successivi fino ad esaurire gli scatti registrati. Quindi se la pioggia occupa più di un carattere questi sono costituiti dal carattere 126d ad eccezione dell'ultimo.

es: 132 scatti
primo carattere = chr(126)
secondo carattere = (132 - 112) + 14 = chr(34)

- Una stringa completa è formata da 12 o più bytes;

Per ridurre la dimensione della stringa, non viene trasmesso il valore della pioggia quando questa è pari a zero; dimensione stringa = 11 bytes (PP=0) Analogo discorso per la radiazione; quando essa è nulla non si trasmette e quindi si riduce la dimensione della stringa a 9 bytes (RS = 0; PP = 0).
Nel caso che la stringa sia di 10 bytes, l'ultimo byte è quello riferito alla pioggia; *se eventualmente la pioggia dovesse occupare più di un byte, si deve trasmettere la radiazione anche se uguale a zero.*

Esempi di formati trasmessi via modem satellitare

g n u tt vv dd rr p   12 o più bytes

g n u tt vv dd rr   11 bytes (pioggia zero)

g n u tt vv dd p   10 bytes (radiazione zero)

g n u tt vv dd   9 bytes (radiazione e pioggia zero)

- Per le stazioni che non misurano velocità e direzione del vento, si hanno le seguenti dimensioni della stringa:

g n u tt rr p   8 o più bytes

g n u tt rr   7 bytes (pioggia zero)

g n u tt p   6 bytes (radiazione zero)

g n u tt   5 bytes (radiazione e pioggia zero)

Nel caso che la stringa sia di 6 bytes, l'ultimo byte è quello riferito alla pioggia; *se eventualmente la pioggia dovesse occupare più di un byte, si deve trasmettere la radiazione anche se uguale a zero.*

- Nel caso di trasmissione del solo dato di pioggia, si hanno le seguenti dimensioni delle stringhe:

  g n 2 bytes (zero pioggia)
  g n p 3 bytes o più bytes (pioggia maggiore di zero)

3. Configurazione Hardware della scheda Meteo “LaMMA”

La scheda dispone di un convertitore AD a 10 bit, 8 canali contenuto nel microprocessore oltre a un convertitore AD, a 16 bit 8 canali esterno al micro. Il software operativo residente sulla scheda acquisisce i segnali dei sensori presenti nella gabbia meteorologica (temperatura dell’aria, radiazione solare, pressione atmosferica e umidità dell’aria), utilizzando un dispositivo esterno connesso sul connettore P11 (Tab. 1) cablato nel seguente modo:

- Temperatura dell’aria su AD 16 bit – ch.0
- Radiazione solare su AD 16 bit – ch.1
- Pressione atmosferica. su AD 16 bit – ch.2 *(non utilizzato nella configurazione attuale)*
- Umidità dell’aria su AD 10 bit – adc.1

La scheda dispone inoltre di altri 8 ingressi analogici e 3 ingressi impulsivi, accessibili tramite le morsettiere dedicate:

- N° 3 ingressi impulsivi: **IMP1, IMP2, IMP3**;
- N° 5 ingressi analogici acquisiti con A/D converter a 16 bit : **IN1, IN2, IN3, IN4, IN5** (cablati rispettivamente su ch.3, ch.4, ch.5, ch.6, ch.7);
- N° 3 ingressi analogici acquisiti con A/D converter a 10 bit : **IN6, IN7, IN8** (cablati rispettivamente su adc.2, adc.3, adc.4);

Per quanto riguarda gli 8 ingressi analogici IN1, IN2, … IN8 è possibile configurarne la funzionalità con dip switch dedicati, rispettivamente SW2, SW3, … SW9.

- Selezione Modo Single Ended o Differenziale con switch pos. 1

Modo	pos.1	
Differenziale	--	OFF
Single Ended	X	ON

- Selezione Modo Current Loop 0 ÷ 20 mA con switch pos. 2

Modo	pos.2	
Normale	--	OFF
Current Loop	X	ON

- Selezione guadagno con switch pos. 3 e 4

Gain	pos.4	pos.3		
1x	--	--	OFF	OFF
10x	X	--	ON	
100x	--	X		ON

Dove “x” indica switch chiuso (ON) e “--“ indica switch aperto (OFF).

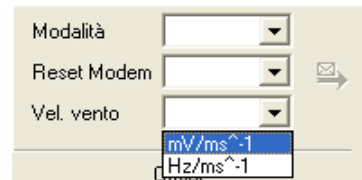
Il software operativo residente sulla scheda può acquisire altri sensori utilizzando questi ingressi a morsettiera. La corrente versione utilizza gli ingressi :

- IMP1 : intensità del vento (anemometro Davis con uscita in frequenza)
- IMP2 :precipitazione piovosa
- IN1 : direzione del vento (gonioanemometro Davis)
- IN2 : direzione del vento (gonioanemometro con uscita in tensione)

- IN3 : intensità del vento (anemometro con uscita in tensione, es. anemometro Sonico)

I due tipi di anemometro sono montati in alternativa e sono configurabili dal programma di Set-Up “Centralina” mediante la scelta dell’unità di misura

(a) mV/m s^{-1} → anemometro con uscita in tensione
(es. anemometro sonico: chn IN2, IN3)

(b) Hz/ m s^{-1} → anemometro Davis con uscita impulsiva
(chn IMP1, IN1)

Nel caso si utilizzi un anemometro con uscita in tensione (es. l’anemometro sonico), questo deve essere collegato alla scheda Meteo nel seguente modo:

Parametro	Morsettiera scheda
• Direzione del vento	: IN2 (+)
• Intensità del vento	: IN3 (+)
• Alimentazione	: +12V *(alimentazione richiesta dall’anemometro sonico, da verificare per gli altri tipi)*

N.B. : Per entrambi gli ingressi analogici IN2 e IN3 si deve selezionare il ***modo single ended,*** *chiudendo il relativo dip switch pos.1*

Nel caso si utilizzi l’anemometro Davis (uscita in frequenza), questo deve essere collegato alla scheda Meteo nel seguente modo:

Parametro	Colore cavo	Morsettiera scheda
• Intensità del vento	Nero	: IMP1 (+)
• Massa	Rosso:	IMP1 (-)
• +5V	Giallo	: IN1 (+)
• Direzione del vento	Verde	: IN1 (-)

N.B: Non si deve chiudere alcun dip-switch: ***il chn IN1 viene acquisito in modo differenziale****.*
Sul morsetto IN1(+) è presente la tensione +5V (modifica a filo effettuata sotto la scheda), per alimentare direttamente il gonioanemometro Davis.

Sulla morsettiera della scheda Meteo sono disponibili le tensioni +12 V e +5 V per l’alimentazione dei sensori ed un relè per il reset dell’alimentazione del modem satellitare; inoltre è presente una batteria tampone al litio per mantenere i dati nella memoria RAM in caso di mancanza dell’alimentazione principale.

3.1 Configurazione scheda

Nella tabelle seguenti sono riportati rispettivamente lo schema delle connessioni della scheda Meteo e il cablaggio del connettore P11.

ADC a 16 bit	Chn	Grandezza	Note
Range = 0 ÷ 5V	**P11**	Temperatura aria	PT100
Ris = 76.3 μV	**P11**	Radiazione globale	Fotocella al silicio
	P11	*Pressione atmosferica*	*Sensore XFAM 115KPA*
	IN1	Direzione Vento Davis	*Anemometro a coppe Davis (in alternativa al sonico)*
	IN2	Direzione Vento	Anemometro Sonico
	IN3	Velocità Vento	Anemometro Sonico
	IN4		
	IN5		

ADC a 10 bit	Chn	Grandezza	Note
Range = 0 ÷ 5V	**P11**	Umidità aria	Sensore Capacitivo Humirel HTM1505
Ris = 4.88 mV	IN6		
	IN7		
	IN8		

Counter	Chn	Grandezza	Note
	IMP1	Velocità Vento Davis	*Gonioanemometro Davis (in alternativa al sonico)*
	IMP2	Pioggia	
	IMP2		

Alimentazioni	Chn	Tensioni	
	P2	+ 12 V	Alimentazione scheda Meteo
	P20	+ 5 V	Alimentazione disp. per sensori
	P21	+ 12 V	Alimentazione disp. per sensori

Tabella 1- Cablaggio del connettore P11.

PIN	Colore	Grandezza
01	Marrone	V. Alimentazione
02	Rosso	Temperatura aria
03	Rosa	Radiazione globale
04	Giallo	Umidità aria
05	Verde	Pressione atmosferica
06	Nero	GND
07	Blu	+ Ventilatore
08	Viola	GND
09	Bianco	-Ventilatore
10	Grigio	NC

Lo schermo è connesso a GND

Fig. 2 - Testa sensori (gabbia meteorologica), anemometro Davis e anemometro sonico.

3.2 Sistema di alimentazione

Il sistema di alimentazione è costituito da un pannello fotovoltaico da 35W di picco, Vmax 16.5 V, con regolatore di carica e batteria tampone di 12 V 12 Ah per la scheda Meteo, mentre per il modem satellitare è previsto un secondo regolatore di carica e una batteria tampone di 12 V 7.2 Ah alloggiati in un contenitore stagno IP65 predisposto per il sistema di trasmissione dati.

Per il funzionamento della stazione Meteo è stimato un consumo orario di circa 200 mA, suddiviso tra scheda meteo (~60 mA), anemometro sonico (~60 mA) e modem satellitare Orbcomm (~50 mA) e ventola testa sensori (…. mA).

3.3 Jumper scheda – Procedura per iniettare il firmware a bordo della scheda

La scheda dispone inoltre di due jumper JP2 e JP3:

- JP2 : chiudendo questo jumper con un cavallotto si attiva la batteria tampone del data logger.
- JP3: questo jumper consente di attivare la modalità di caricamento del firmware a bordo della scheda; per far ciò è necessario inserire il cavalletto a scheda spenta ed utilizzare il programma "Flashsta.exe" per caricare il nuovo firmware tramite un PC collegato alla porta seriale della scheda.

3.4 Layout scheda Meteo

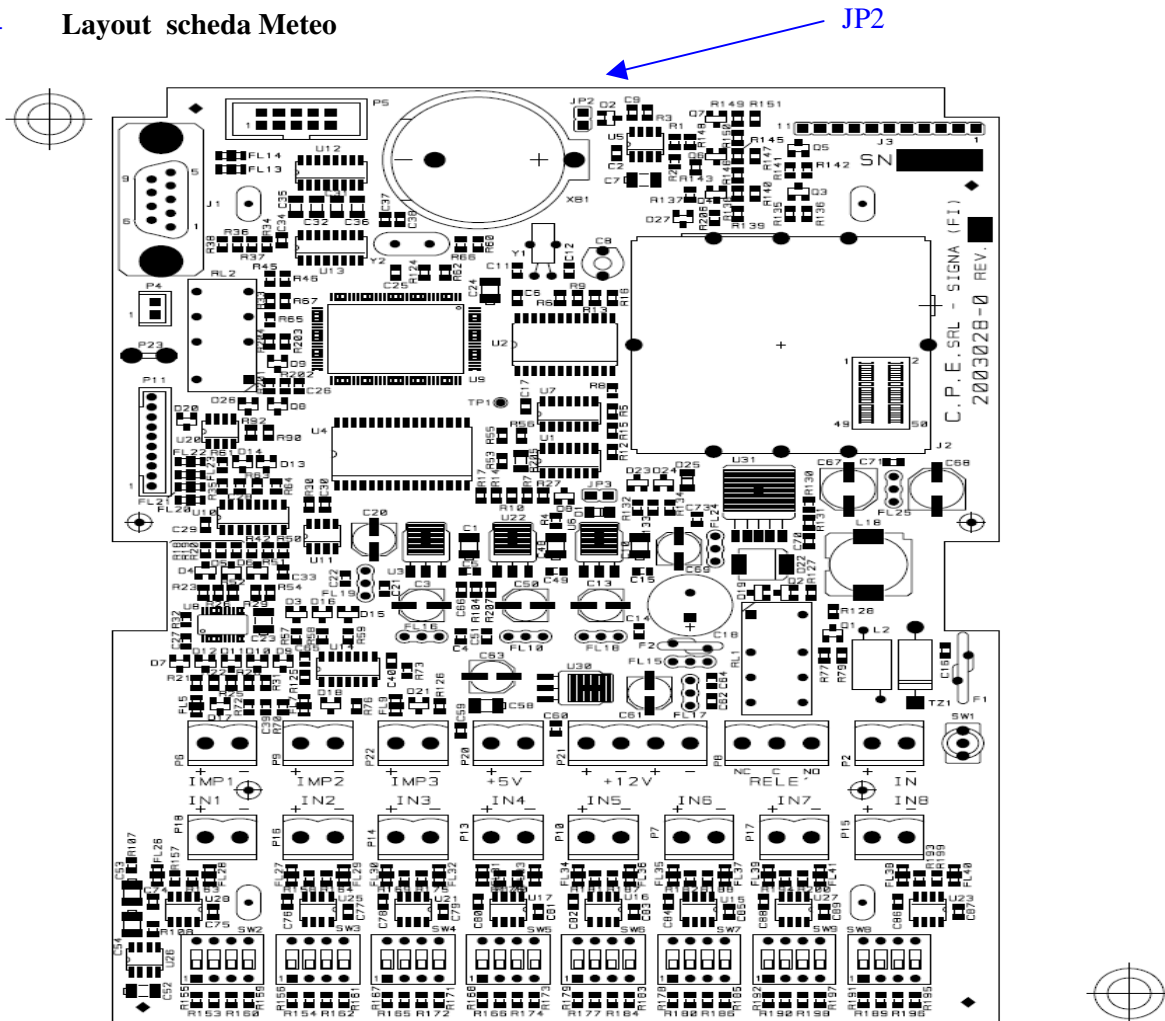
JP2

C.P.E srl 2003028-1			REV. 1
SERIGRAFIA DEI COMPONENTI			
FILE 20030281.SE		FOGLIO 8	DI 10
DIS. C.P.E. srl		DATA 22.09.03	

Fig. 3 - Layout della scheda Meteo e posizione dei jumper JP2 e JP3

.

4. Caratteristiche metrologiche dei sensori

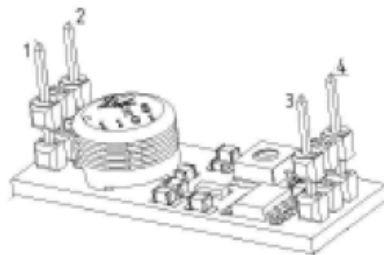
Sono riportate le principali caratteristiche metrologiche dei sensori utilizzati dalla stazione meteo nella configurazione LaMMA.

a) Sensori contenuti nella "gabbia meteorologica"

Sensore di temperatura dell'aria (PT100 1/3 DIN)

Range di misura:	-30 ÷ 70 °C
Risoluzione:	0.1°C
Temp. di funzionamento:	-20 ÷ 80 °C
Precisione (tipica/max):	± 0.1 °C

Sensore di umidità dell'aria (HUMIREL HTM1505)

Range di misura:	0 ÷ 100 %
Risoluzione:	0.1 %
Isteresi :	±1.5 %
Precisione:	±5 % (10 ÷ 95 % RH)
Range di funzionamento	Ta -30 ÷ 85 °C
	RH 0 ÷ 100 %

Sensore di radiazione globale (Fotocella al silicio)

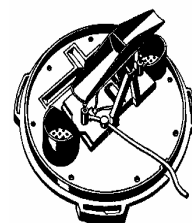
Sensibilità spettrale:	400 ÷ 1100 nm
Range di misura:	0 ÷ 1400 W m^2
Risoluzione:	0.1 W m^2
Temp. di funzionamento:	-20 ÷ 75 °C
Linearità:	≤ 5%

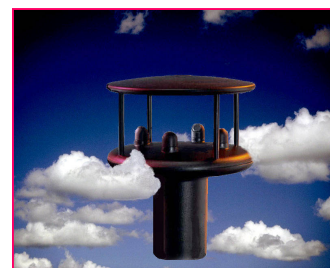
Sensore di pressione atmosferica (XFAM 115KPA)

Range di misura:	150 ÷ 1150 hpa
Risoluzione:	0.1 hpa
Temp. di funzionamento:	-20 ÷ 85 °C
Precisione:	±0.1hpa

b) Altri sensori presenti nella configurazione attuale

Pluviometro (DeltaT)

Range di misura:	500 mm/ora
∅ imbuto:	254 mm
Risoluzione:	0.2 mm
Temp. di funzionamento:	0 ÷ 60 °C

Anemometro sonico (WindSonic Gill)

Velocità del vento	
Range di misura:	0 ÷ 30 m s^{-1}; 0 ÷ 60 m s^{-1}
Risoluzione:	0.01 m s^{-1}
Precisione	± 4 % (20 m s^{-1})
Direzione del vento	
Range di misura:	0 ÷ 359 gradi
Risoluzione:	1 grado
Precisione	± 3 gradi (20 m s^{-1})
Range di funzionamento	Ta -35 ÷ 70 °C RH < 5 % ÷ 100 %
Alimentazione	9-30 V Dc , 60 mA

5. Descrizione del Programma di Set-Up "Centralina"

Il programma operativo LaMMA consente di configurare la scheda mediante una serie di comandi disponibili in modalità “Set-Up”. Il programma denominato “Centralina.exe” (CPE pn. 2003022) residente su PC in ambiente Windows consente una configurazione “friendly”; ha un menù per la gestione dei file di configurazione delle stazioni Meteo e si presenta con l'interfaccia della figura 4.

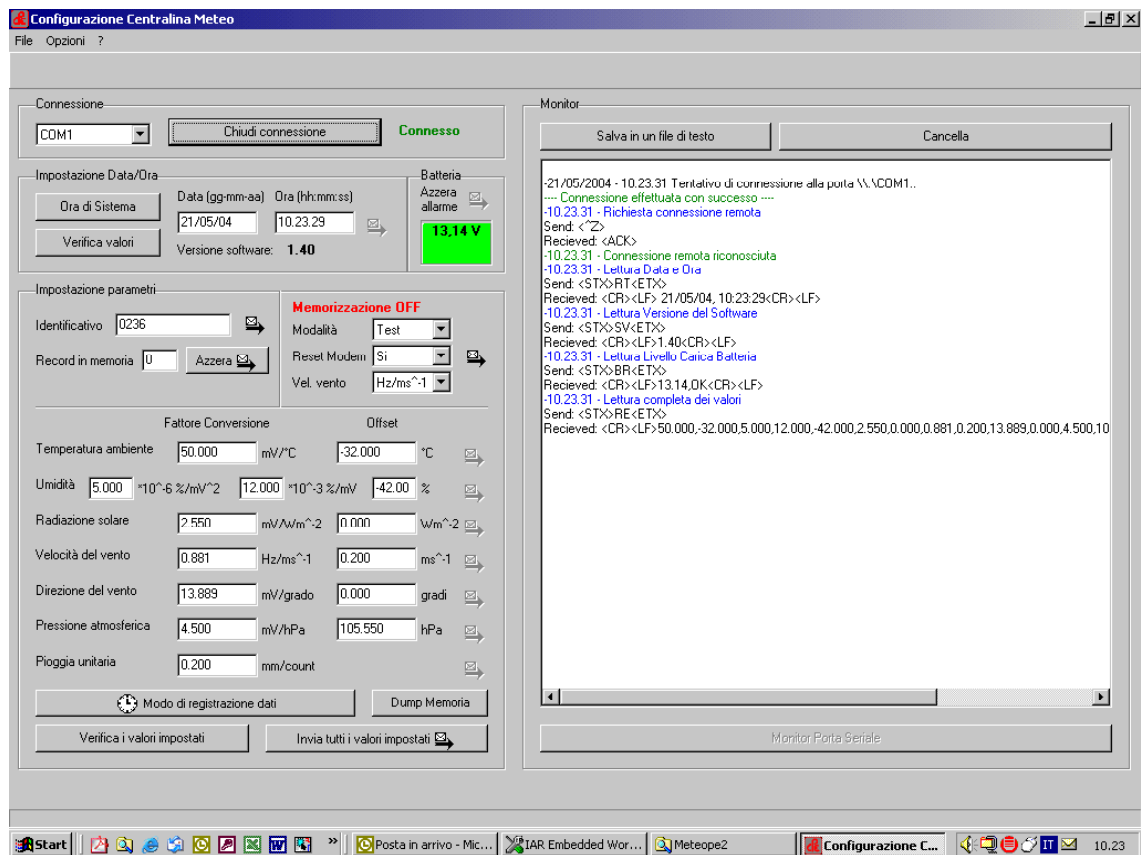



Fig. 4 - Esempio di schermata del programma Centralina.exe.

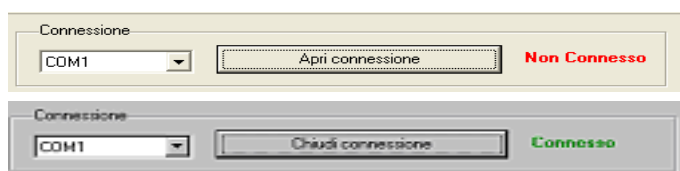
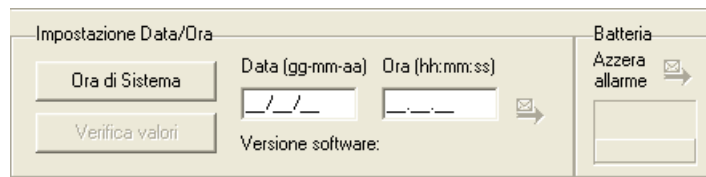
Il programma di Set-Up “Centralina” risulta diviso in diverse sezioni:

- Sezione Connessione
- Sezione Impostazione Data/Ora
- Sezione Batteria
- Sezione Impostazione parametri
- Sezione Monitor

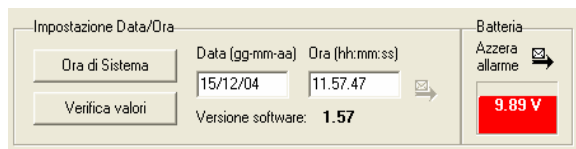
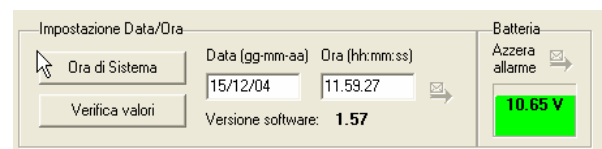
5.1 Sezione “Connessione”

Questa sezione, previa selezione della porta seriale (COM1 o COM2), permette la connessione al Data Logger, sia per modifiche o impostazioni della configurazione della stazione Meteo sia per il recupero dei dati presenti in memoria.

1. Premendo il bottone [*Apri Connessione*], si connette il sistema al Data Logger. All’attivazione della connessione vengono caricati e visualizzati tutti i parametri impostati sulla scheda Meteo.

2. Al termine della operazioni di configurazione premere il bottone [*Chiudi connessione*] per ripristinare l’operatività della scheda Meteo.

Lo stato della connessione viene evidenziato sullo schermo tramite un messaggio in rosso “Non Connesso” o in verde “Connesso”, al fine di facilitare la visualizzazione

dello stato nelle operazioni effettuate in pieno campo con un portatile.

5.2 Sezione "Impostazione Data/Ora"

La sezione consente di impostare data e ora della scheda Meteo sia manualmente sia tramite il bottone [*Ora di sistema*]: questo setta automaticamente i valori di data e ora uguali a quelli impostati sull'orologio del PC connesso tramite seriale alla scheda. La verifica di Data e Ora impostati sulla scheda e il livello di batteria può essere fatta tramite il bottone [*Verifica valori*].

5.3 Sezione “Batteria”

In questa sezione viene indicato il livello della batteria che alimenta la stazione Meteo; nel caso che il livello della batteria sia bassa o sia stata bassa (<10,5V) la finestrina si illumina di colore rosso e si attiva il bottone [*Azzera allarme*] che consente all’operatore di effettuare il reset del flag di “allarme batteria”.
Questo allarme consente di evidenziare stati di "sofferenza" della batteria che possono influenzare la validità dei dati acquisiti ed elaborati e permette interventi mirati di manutenzione.

5.4 Sezione “Impostazione parametri”

La sezione consente di impostare i parametri di configurazione della scheda, oltre a permettere l’inserimento di un identificativo della stazione Meteo, la visualizzazione del numero di record presenti in memoria nel Data Logger, il recupero e/o la cancellazione dei dati in memoria (Fig. 5).

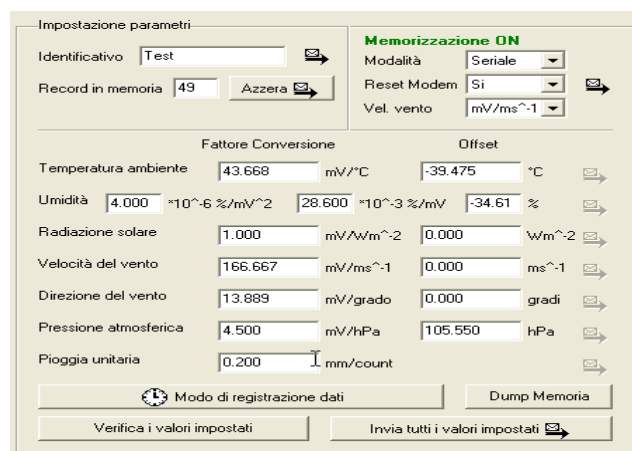
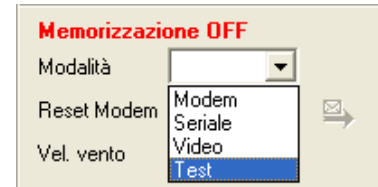



Fig. 5 - Esempio di schermata della sezione “Impostazioni parametri”.

Le operazione che si possono effettuare tramite i bottoni o le finestre operative sono:

a) Selezione della **Modalità** operativa della scheda:

a) Modem ($\Delta T_{elab/trasm}$ = 15', 30', 60', 24h)
b) Seriale ($\Delta T_{elab/trasm}$= 15', 30', 60', 24h)
c) Video (ΔT_{trasm} = 1')
d) Test (ΔT_{trasm} = 5 s)
e)

In modalità Modem e Seriale i dati possono essere trasmessi con intervalli di tempo ΔT pari a 15', 30', 60' o 24 ore , mentre intervalli minori si hanno a disposizione con la modalità Video (1’) e Test (5 s).

Nelle modalità Modem, Seriale e Video la memorizzazione dei dati viene effettuata agli intervalli di tempo scelti dall’utente, mentre in *modalità Test viene disabilitata la memorizzazione dei dati.* Per questo motivo, al fine di evitare inconvenienti, lo stato attuale della memorizzazione è visualizzato sul display:

- Memorizzazione ON (in verde)
- Memorizzazione OFF (in rosso)

Modalità Modem

In questa modalità la stazione Meteo invia al centro di controllo di Telespazio (Fig. 6), tramite il modem satellitare, una stringa di dati, formattati secondo la codifica messa a punto dal LaMMA per ridurre i byte trasmessi e quindi i costi di trasmissione (parag. 2). Il record di dati trasmesso via modem satellitare, allo scadere degli intervalli di elaborazione impostati tramite il bottone [*Modo di registrazione dati*], ha il seguente formato:

g n <umidità> <temperatura> <vel.vento> <dir.vento> <radiazione> <pioggia>

dove g - numero progressivo del giorno nel trimestre (1...92)
n - numero progressivo di quarti d'ora a partire dalla mezzanotte (1...96)
umidità - valore medio dell’umidità dell’aria
temperatura - valore medio della temperatura dell’aria
vel.vento - valore medio dell’intensità della velocità del vento
dir. vento - direzione prevalente del vento
radiazione - valore medio della radiazione solare
pioggia - valore cumulato della pioggia

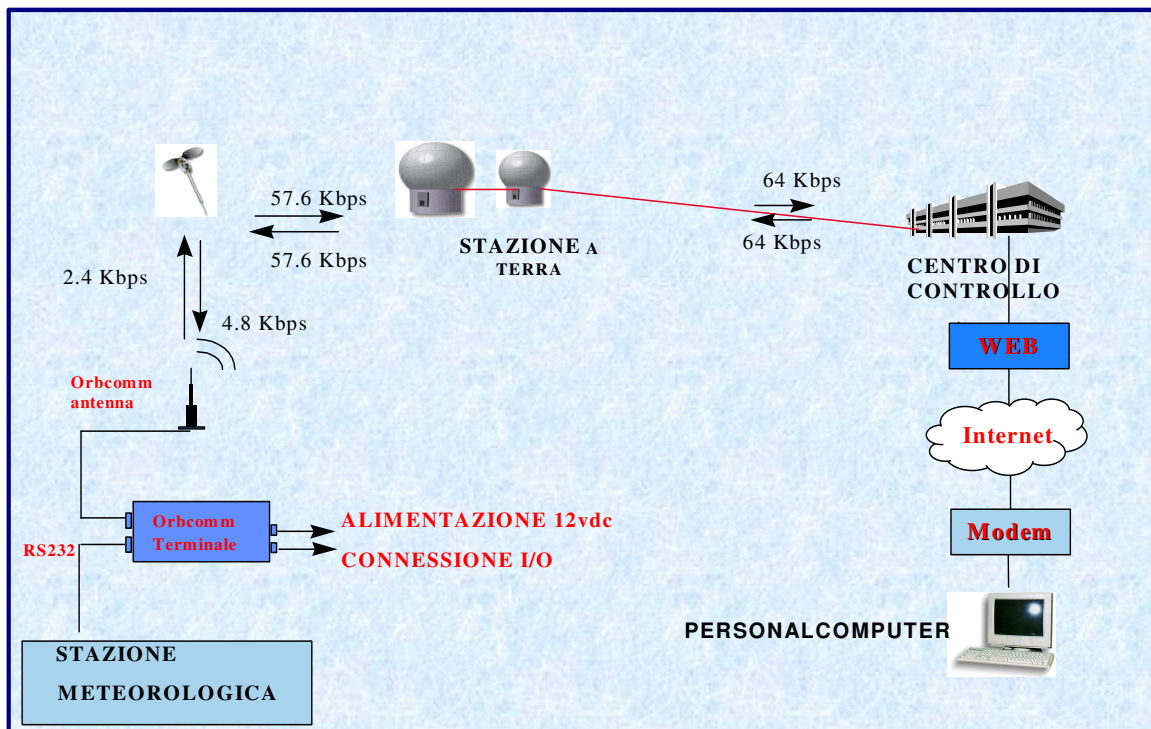



Fig. 6 - Modalità di trasmissione dei dati della stazione meteorologica all'utente, tramite il modem satellitare OrbComm.

Il centro di controllo di Telespazio trasmette successivamente all'utente un messaggio e-mail contenente la stringa di dati (Fig. 7).

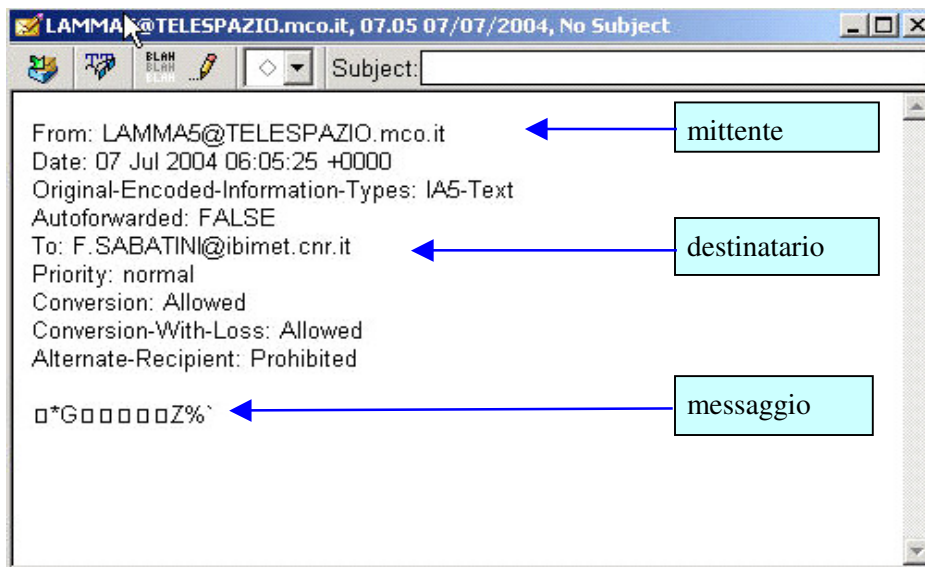
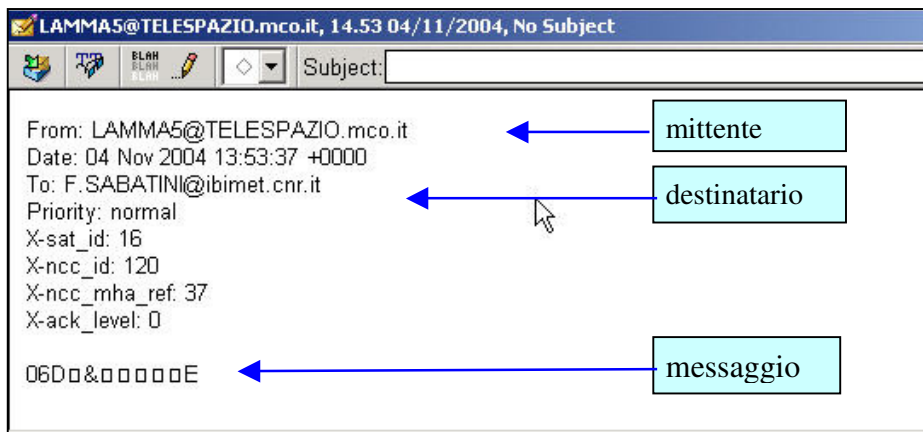



Fig. 7 - Esempi di messaggi e-mail inviati dal Centro di controllo di Telespazio.

Modalità Seriale

In questa modalità, allo scadere degli intervalli di elaborazione impostati tramite il bottone [*Modo di registrazione dati*], la scheda Meteo invia sulla porta seriale, in chiaro, gli stessi dati trasmessi in modo codificato in modalità Modem.

Data, Ora, Umidità aria media, Temperatura aria media, Velocità Vento media, Direzione prevalente Vento, Radiazione globale media, Pioggia

Data	**ora**	**Rh_med (%)**	**Ta_med (°C)**	**VV_med (m s^{-1})**	**DV_prev (grado)**	**Rg_med (W m^{-2})**	**PP (count)**
01/07/2004	12.30.00	67.9	24.5	3.2	257	875.3	0
01/07/2004	12.45.00	68.3	24.5	2.6	251	874.5	3.0
01/07/2004	13.00.00	70.4	24.2	2.9	257	871.1	0
01/07/2004	13.15.00	70.6	24.2	3.3	283	865.7	0

Trasmissione del dato giornaliero: in modalità Modem o Seriale, se in [*Modo di registrazione dati*], agli intervalli di elaborazione 0, 15, 30, 45, non viene selezionato nessun invio di dati completi (*Dati→ mem e modem*), il programma invia alla mezzanotte di ogni giorno, il record dei dati elaborati su scala giornaliera.

Data	**ora**	**Rh_med (%)**	**Ta_med (°C)**	**VV_med (m s^{-1})**	**DV_prev (grado)**	**Rg_med (W m^{-2})**	**PP (count)**
25/05/04	00:00:00	20.7	23.6	1.2	235	476.0	0.0
26/05/04	00:00:00	19.9	24.8	1.0	63	464.2	0.0

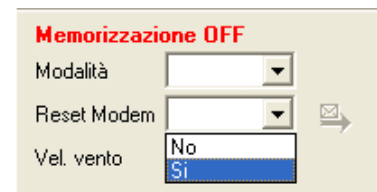
Modalità Video

In modalità Video, i dati istantanei acquisiti ogni minuto vengono trasmessi direttamente sulla porta seriale, secondo il seguente formato:

Data, Ora, Temperatura aria, Umidità aria, Radiazione globale, Pressione atmosferica, Velocità Vento, Direzione Vento, Pioggia

Data	Temperatura (°C)	Umidità (%)	Radiazior (W m^{-2})	Pressione (mbar)	Vel.Vento (m s^{-1})	Dir.Vento (grado)	Pioggia (count)
27/09/04	24.3	39.4	598.9	1011.4	0.0	0	0.0
27/09/04	24.4	38.9	600.7	1011.4	0.0	0	3.0
27/09/04	24.5	39.1	597.6	1011.4	0.0	0	0.0

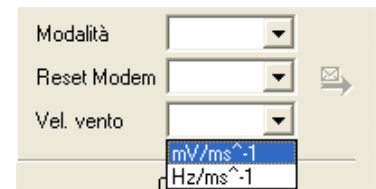
Modalità Test

In modalità Test i dati vengono acquisiti ogni 5 s, per cui la ventola di aspirazione della testa sensori funziona in continuo. Inoltre in questa modalità il chn IN4 viene abilitato per essere utilizzato come ingresso ausiliare, con la seguente configurazione di default

Chn IN4: Range 0 ÷ 5000 mV *Fattore di conversione k = 1 mV/mV* *Offset = 0 mV*

I dati sono inviati sulla porta seriale secondo il seguente formato:

Data, Ora, Temperatura aria, Umidità aria, Radiazione globale, Pressione atmosferica, Velocità Vento, Direzione Vento, Pioggia, Chn ausiliare IN4

Data	Ora	Temperatur (°C)	Umidità (%)	Radiazione (W m^{-2})	Pressione (mbar)	Vel.Vento (m s^{-1})	Dir.Vento (grado)	Pioggia (count)
19/05/04	17:13:08	23.9	40.0	556.9	1011.4	1.2	79	0.0
19/05/04	17:13:13	23.9	40.0	555.8	1011.4	1.5	106	0.0
19/05/04	17:13:18	23.9	40.0	555.9	1011.3	1.0	108	0.0
19/05/04	17:13:23	23.9	39.8	556.9	1011.3	1.1	214	0.0
19/05/04	17:13:28	23.9	39.8	557.8	1011.3	2.8	159	0.0
19/05/04	17:13:33	23.8	40.0	556.8	1011.1	1.0	274	0.0
19/05/04	17:13:38	23.9	40.0	555.8	1011.3	1.7	244	0.0
19/05/04	17:13:43	23.9	40.0	556.3	1011.2	0.7	219	0.0
19/05/04	17:13:48	23.9	40.0	557.1	1011.0	0.5	334	0.0
19/05/04	17:13:53	23.9	40.0	556.5	1011.1	0.7	228	0.0
19/05/04	17:13:58	23.9	40.0	556.3	1011.3	0.8	176	0.0
19/05/04	17:14:03	24.0	40.0	555.0	1011.3	1.2	212	0.0
19/05/04	17:14:08	23.9	39.6	555.3	1011.4	1.1	233	0.0

b) Abilitare il reset dell'alimentazione del modem satellitare tramite l'opzione "Reset Modem"; in questo caso è previsto un reset dell'alimentazione una volta al giorno (ore 00:00). Infatti per valori di alimentazione sotto un valore di soglia si blocca il funzionamento del trasmettitore satellitare Panasonic, che può essere ripristinato soltanto con il reset dell'alimentazione.

c) Selezionare il tipo di anemometro e quindi i relativi chn di ingresso da utilizzare per i collegamenti del sensore.

I. mV/m s^{-1} → anemometro con uscita in tensione (es. anemometro sonico)
- Direzione del vento : IN2 (+)
- Intensità del vento : IN3 (+)
- Alimentazione : +12V

II. Hz/ m s^{-1} → anemometro con uscita in frequenza (es. anemometro Davis)
- Intensità del vento : IMP1 (+)
- Massa : IMP1 (-)
- +5V : IN1 (+)
- Direzione del vento : IN1 (-)

d) Configurare i fattori di conversione e offset dei sensori. Modificando un parametro si attiva automaticamente il bottone a fianco che consente l'invio del parametro modificato (Fig. 8).

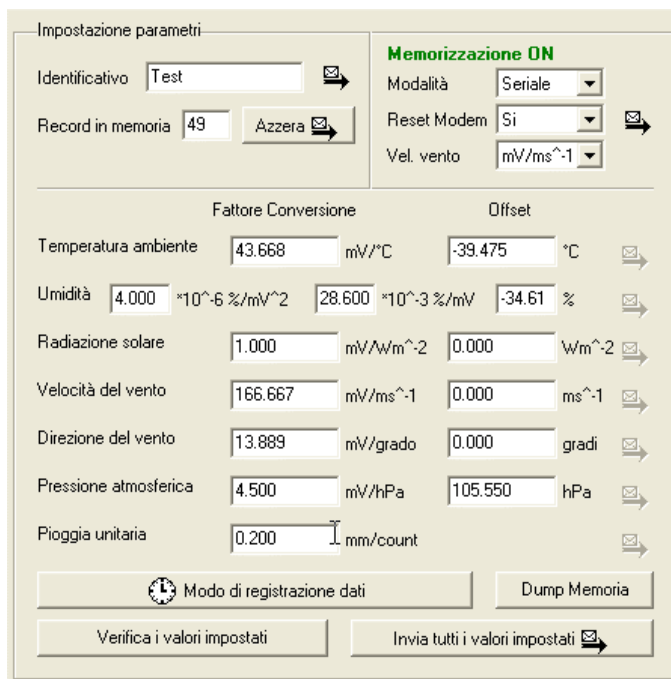



Fig. 8 - Esempio di schermata della sezione "Impostazioni parametri".

I. In generale per ogni sensore è prevista una legge lineare del tipo :

$$G = \frac{V}{k} + A_0$$

dove V - segnale di uscita del sensore (mV)
K - Fattore di conversione del sensore (mV/ unità di misura di G)
A_0 - Offset del sensore (unità di misura di G)

II. Per il sensore di umidità dell'aria è prevista una legge di 2° ordine del tipo :

Umidità = $K_2 * V^2 + K_1 * V + A_0$

Con V - segnale di uscita del sensore di umidità (mV)
K_2 - coeff $*10^{-6}$ (%/mV)
K_1 - coeff $*10^{-3}$ (%/mV)
A_0 - offset (%)

III. Per il sensore di pioggia è prevista una legge del tipo :

PP= Kp * count

dove count - numero totale di impulsi
Kp - fattore di conversione (mm/count)

In questa sezione sono presenti anche i bottoni che permettono di configurare l'intervallo di memorizzazione e di recuperare i dati presenti in memoria, oltre a verificare la configurazione presente sulla scheda Meteo (Fig. 8).

e) Il bottone [*Modo di registrazione dati*] attiva una nuova finestra dove è possibile selezionare la modalità di memorizzazione e di trasmissione dei dati ad ogni quarto d'ora (Fig. 9). Infatti l'utente può abilitare la memorizzazione del dato, la trasmissione di tutti i dati o soltanto del dato di pioggia, scegliendo tra quattro possibilità:

Dato	**Azione**
Dati da non scrivere	Nessun dato viene salvato in memoria
Dati in memoria	Tutti i dati vengono salvati nella memoria del Data Logger
Dati in memoria; Pioggia→ Modem	Tutti i dati sono salvati in memoria e il solo dato di pioggia trasmesso via Modem o Seriale
Dati in memoria + Modem	Tutti i dati sono salvati in memoria e sono trasmessi via Modem o Seriale

Una volta che l'utente ha effettuato la scelta, può inviare questa configurazione alla scheda Meteo tramite il bottone [*Conferma e invia*] oppure può uscire mediante il bottone [*Annulla*] senza inviare la nuova configurazione (Fig. 9).

Il programma provvede a controllare la scelta effettuata ogni volta che i minuti dell'orologio di sistema giungono a 0, 15, 30, 45. Ad ogni scadenza del periodo di elaborazione i dati vengono quindi salvati nella memoria del Data Logger e/o trasmessi tramite modem satellitare o seriale.

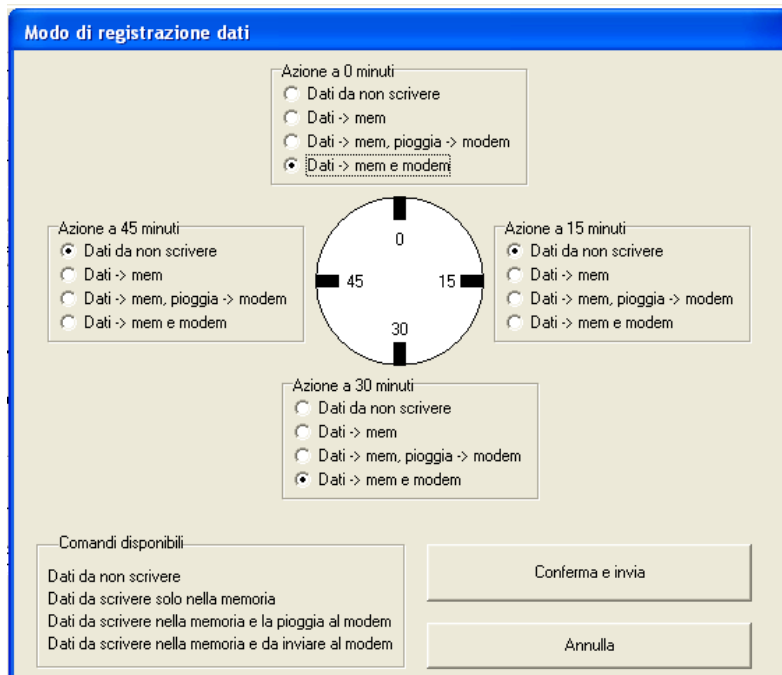



Fig. 9 - Esempio di schermata del bottone [Modo di registrazione dati].

Trasmissione del dato giornaliero: con la modalità di trasmissione impostata su Modem Seriale, in [*Modo di registrazione dati*], non si deve selezionare nessun invio di dati comple (*Dati→ mem e modem*) agli intervalli di elaborazione 0, 15, 30, 45. In questo modo il programma invia alla mezzanotte di ogni giorno, il record dei dati elaborati su scala giornaliera (Fig. 10); la pioggia viene inviata anche se uguale a 0.

Elaborazione del dato giornaliero: dato che la routine di calcolo viene attivata a richies dell'utente, l'elaborazione dei dati giornalieri parte dall'istante di attivazione. Questo implic un dato giornaliero parziale per il primo giorno di elaborazione.
I dati giornalieri (valori medi, direzione prevalente) sono elaborati a partire dai valori istantanei delle grandezze, acquisiti con un intervallo ΔT=1'. Questi dati non vengono memorizzati.

```
Thu, 03 Jun 2004 15:34:40 +0100
LAMMA1@TELESPAZIO.mco.it
M□U□□□□□□□□;□
```

Fig. 10 - Esempio di messaggi e-mail inviati dal Centro di controllo di Telespazio.

Tabella 2 - Esempio del dato giornaliero trasmesso in modalità Seriale.

Data	ora	Rh_med (%)	Ta_med (°C)	'V_med n s^{-1})	DV_prev (grado)	Rg_med (W m^{-2})	PP (count)
25/05/04	00:00:00	20.7	23.6	1.2	235	476.0	0.0
26/05/04	00:00:00	19.9	24.8	1.0	63	464.2	0.0

f) Il bottone [*Dump Memoria*] consente di scaricare in un file di testo **(*.TXT)** tutti i record presenti nella memoria del Data logger (Fig. 11). Viene attivata una finestra nel quale l'utente imposta il nome del file nel quale vengono memorizzati i dati. La cancellazione dei dati può essere fatta con il bottone [*Azzera memoria*] posto accanto al numero dei record presenti in memoria (Fig. 8).

Data	ora	Ta_med (°C)	Ta_max (°C)	Ta_min (°C)	Rh_med (%)	Rh_max (%)	Rh_min (%)	Rs_med ($W\ m^{-2}$)	Rs_max ($W\ m^{-2}$)	VV_med ($m\ s^{-1}$)	VV_max ($m\ s^{-1}$)	DV_prev (grado)
01/07/2004	12.30.00	24.5	24.5	24.5	67.9	67.9	67.9	875.3	875.3	3.2	3.2	257
01/07/2004	12.45.00	24.5	25.1	23.9	68.3	69.7	66.7	874.5	879.8	2.6	5.1	251
01/07/2004	13.00.00	24.2	24.3	24	70.4	71.2	69.7	871.1	875.3	2.9	4.8	257
01/07/2004	13.15.00	24.2	24.7	23.7	70.6	71.5	69.4	865.7	870	3.3	4.5	283

Fig. 11 - Esempio di file dati.

g) Il bottone [*Verifica i valori impostati*] visualizza i parametri della configurazione impostati sulla scheda Meteo nella sezione “Impostazioni parametri” e permette di verificare i valori impostati di data, ora e livello batteria.

h) Il bottone [*Invia tutti i valori impostati*] aggiorna tutti i parametri della configurazione nella scheda Meteo con i dati impostati dall’utente.

5.5 Sezione “Monitor”

La sezione "**Monitor"** consente di monitorare tutti i messaggi scambiati durante le operazioni di configurazione (Fig. 12). Chiusa, tramite il bottone [*Chiudi connessione*], la connessione al termine della operazioni di configurazione della stazione Meteo, la sezione di destra può essere attivata, tramite il bottone [*Monitor porta seriale*] come terminale per la visualizzazione degli output in modalità Seriale, Video o Test (Fig. 13).

Fig. 12 - Esempio di schermata della sezione “Monitor”.

Le opzioni [*Salva in un file di testo*] e [*Cancella*] permettono rispettivamente di salvare il contenuto della finestra Monitor in un file di testo (***.rtf**) e di cancellare tutti i dati presenti in tale finestra.

-08/10/2004 - 15.56.05 Tentativo di connessione alla porta \\.\COM1..
---- Connessione effettuata con successo ----
-15.56.05 - Richiesta connessione remota
Send: <^Z>
Recieved: <ACK>
-15.56.05 - Connessione remota riconosciuta
-15.56.05 - Lettura Data e Ora
Send: <STX>RT<ETX>
Recieved: <CR><LF> 08/10/04, 14:55:43<CR><LF>
-15.56.05 - Lettura Versione del Software
Send: <STX>SV<ETX>
Recieved: <CR><LF>1.57<CR><LF>
-15.56.05 - Lettura Livello Carica Batteria
Send: <STX>BR<ETX>
Recieved: <CR><LF>13.63,OK<CR><LF>
-15.56.05 - Lettura completa dei valori
Send: <STX>RE<ETX>
Recieved: <CR><LF>43.103,-44.174,10.000,-
4.000,1.191,2.350,0.000,166.667,0.000,13.889,0.000,4.500,105.550,0.200,3,3,3,3,2,1,0,241M,10<CR><LF>
-15.56.06 - Chiusura connessione remota in corso..
Send: <^S>
Recieved: <ACK>
-15.56.06 - Connessione remota chiusa
-08/10/2004 - 15.56.06 Chiusura connessione con la porta \\.\COM1 in corso..
---- Porta rilasciata ----
-- Monitor --
08/10/04 14:56:00 22.9 85.7 449.6 1012.2 4.1 223 0.0
08/10/04 14:57:00 22.9 86.0 444.3 1012.4 2.0 184 0.0
08/10/04 14:58:00 22.9 85.7 452.3 1012.4 5.6 219 0.0
08/10/04 14:59:00 22.9 86.0 453.1 1012.3 5.2 180 0.0
08/10/04 15:00:00 22.9 86.0 453.7 1012.4 4.3 190 0.0
08/10/04 15:01:00 23.0 86.2 449.3 1012.5 4.1 216 0.0
08/10/04 15:02:00 22.8 86.0 447.9 1012.3 3.9 208 0.0
08/10/04 15:03:00 22.9 86.5 448.2 1012.4 3.4 243 0.0
-- Fine Monitor --

*Fig. 13 - Sezione **"Monitor"** attivata con [Monitor porta seriale]**:** esempio di dati visualizzati.*

5.6 Menù

L'output della stazione meteo sulla connessione seriale può essere visualizzato anche aprendo direttamente una connessione Hyperterminal, con i seguenti parametri di configurazione:

Baude Rate	9600 bit/s
Bit di dati	8
Parità	Nessuna
Bit di stop	1
Controllo di flusso	Nessuno

Il menù comprende le voci ***File*** e ***Opzioni***; in ***Opzione*** è prevista la possibilità di scegliere la porta seriale (cosa che può essere fatta direttamente nella sezione"**Connessione**", mentre in ***File*** sono presenti le seguenti opzioni

a) Carica parametri
b) Salva parametri
c) Salva parametri con nome

➢ L'opzione "***Salva Parametri con nome***" consente di salvare in un file di testo **(*.mcf)**, definito dall'utente, i parametri della configurazione impostata sulla scheda; questi vengono scritti nel seguente ordine, separando ogni campo mediante virgola:

Temp-K, Temp-A_0, Umid-k_2, Umid-k_1 Umid-A_0, Rad-K Rad-A_0, VelV-K, VelV-A_0, DirV-K DirV-A_0, Press-K, Press-A_0, Pioggia, Regi00, Regi15, Regi30, Regi45, Modo, ResModem, TipoVento, Identif, Nr.RecMemoria.
Le informazioni relative all'identificativo ed al nr. dei record in memoria non sempre vengono scritti, dipende dal contesto.

```
Meteo1_2003
10/06/04 , 14:34:21
50.000,-30.000,6.000,-2.100,-9.328,2.060,0.000,166.667,0.000,13.889,0.000,4.500,105.550,0.200,2,1,1,1
```

- L'opzione "***Carica Parametri***" consente si riprendere i parametri di configurazione precedentemente salvati in un file, ad esclusione dell'identificativo e nr. dei record in memoria che sono peculiari di ciascuna scheda.
- L'opzione "***Salva Parametri***" consente di salvare nel file di configurazione caricato, i parametri della configurazione impostata sulla scheda